



III-268 - ESTUDO DO PROCESSO DE STRIPPING DE NITROGÊNIO AMONIAL EM LIXIVIADOS DE ATERROS SANITÁRIOS

Maria Luciana Dias de Luna⁽¹⁾

Bacharel em Química Industrial. Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Doutoranda em Recursos Naturais pela UFCG.

Valderi Duarte Leite⁽²⁾

Engenheiro Químico. Mestre e Doutor em Engenharia Sanitária. Prof. do DQ/CCT/UEPB.

Wilton Silva Lopes⁽³⁾

Bacharel em Química Industrial. Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente e Doutor em Química. Prof. do DQ/CCT/UEPB.

Danuz Costa Campos⁽⁴⁾

Mestranda em Ciência e Tecnologia Ambiental pela UEPB.

Fernanda Patrício do Monte⁽⁵⁾

Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela UEPB.

Endereço⁽¹⁾: Rua Gonçalves Dias, 373 – Monte Castelo / Campina Grande-PB / Telefone: (83)3322-6507 / E-mail: mdluna@hotmail.com

RESUMO

Atualmente, nos aterros sanitários são depositados todos os tipos de resíduos sólidos urbanos, sendo a matéria orgânica putrescível a fração mais representativa. O processo de biodecomposição da matéria orgânica gera sub-produtos como o biogás e o lixiviado que precisam ser quantificados, caracterizados e submetidos aos tratamentos devidos, com o objetivo de minimizar os impactos causados ao meio ambiente. Nesse trabalho, foi estudado o processo de stripping de amônia de líquidos lixiviados em reatores de fluxo pistonado em série com profundidade média de 50 cm, e carga superficial aplicada de $600\text{kgNH}_4^+ \cdot \text{m}^{-3} \cdot \text{dia}^{-1}$ e TDH de 50 dias. O experimento foi realizado em reatores de fluxo pistonado, sem alimentação forçada de ar e correção de pH do lixiviado. A eficiência média de remoção de nitrogênio amoniacal nos reatores de fluxo pistonado em série foi de 98,4%. O processo de stripping de amônia poderá ser realizado em reatores de fluxo pistonado com carga superficial aplicada superior a $600\text{kgNH}_4^+ \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$, o que implicaria na redução de custos do processo.

PALAVRAS-CHAVE: Stripping de amônia, nitrogênio amoniacal, lixiviado.

INTRODUÇÃO

No Brasil são coletados diariamente cerca de 240 mil toneladas de resíduos sólidos urbanos. Do quantitativo coletado grande parte ainda são depositados em lixões e aterros controlados e apenas 2/3 dos RSU coletados são depositadas em aterro sanitário. Na situação atual, em que nos aterros sanitários são depositados todos os tipos de resíduos sólidos urbanos e que a mais representativa fração destes resíduos é a matéria orgânica putrescível, o processo de biodecomposição que inicialmente é aeróbio e passa a ser anaeróbio logo em seguida, gera sub-produtos que precisam ser quantificados, caracterizados e submetidos aos tratamentos devidos. Dentre os sub-produtos advindo do processo de bioestabilização da matéria orgânica putrescível, destacam-se o biogás e o lixiviado que merecem bastante atenção diante dos impactos que poderão gerar ao meio ambiente. O quantitativo de líquido lixiviado produzido em aterro sanitário, depende de uma série de fatores, dentre os quais pode-se destacar as condições meteorológicas vigentes, a geologia e a geomorfologia, as condições de operação do aterro e as características físicas dos resíduos aterrados.

Segundo HAMADA e MATSUNAGA (2000), lixiviado é o líquido gerado pela massa de resíduos sólidos urbanos aterrados, que percola através desta removendo materiais dissolvidos ou suspensos. Ainda conceitua-se lixiviado como sendo a mistura de compostos orgânicos e inorgânicos, nas suas formas dissolvidas e coloidais, formado durante a decomposição dos resíduos sólidos urbanos (CAPELO NETO, et al, 1999).

O stripping de amônia é um processo físico de remoção da fase gasosa do líquido, principalmente devido à elevação da superfície total de contato da fase líquida com o meio (atmosférico) circundante, de modo que efeitos de arraste e difusão molecular promovam a sua passagem para este último (METCALF & EDDY, 1991). O processo de remoção da amônia livre do meio líquido ocasiona o deslocamento do equilíbrio no sentido de sua formação. A amônia, em fase aquosa, encontra-se em um equilíbrio de duas formas, que são a



iônica (NH_4^+) e a molecular gasosa (NH_3). A equação 1 expressa a dinâmica do equilíbrio da conversão do íon amônio para gás amônia.



O equilíbrio do processo de conversão depende do pH, e para pH em torno de 7,2 a tendência é o equilíbrio ser deslocado para a esquerda. Com a elevação do pH, há o deslocamento do equilíbrio para a direita e consequentemente uma maior elevação da fração gasosa.

Como o equilíbrio da concentração do íon amônio e do gás amônia depende do pH, a distribuição percentual da amônia e do íon amônio pode ser determinada utilizando-se a equação 2.

$$\% \text{NH}_3 = [\text{NH}_3] / (\text{NH}_3 + \text{NH}_4) \cdot 100 \quad (\text{Equação 2})$$

Segundo SILVA et al, 2000, os processos biológicos são os mais empregados no tratamento de lixiviados devido às características deste serem semelhantes as dos esgotos domésticos. Todavia, geralmente ocorrem dificuldades ao utilizar tratamentos biológicos para lixiviado por causa da vazão e carga orgânica muito variável, necessidade de uma grande área para implantação, baixa eficiência para lixiviado estabilizado ou pouco biodegradável, e muitas vezes o efluente não se enquadra nos padrões estabelecidos pela legislação.

Esse trabalho tem como objetivo estudar o processo de stripping de amônia de líquidos lixiviados em reatores de fluxo pistonado em série com profundidade média de 50 cm, e carga superficial aplicada de $600\text{kgNH}_4^+ \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$ e TDH de 50 dias.

METODOLOGIA

O experimento foi realizado em reatores de fluxo pistonado, sem alimentação forçada de ar e correção de pH do lixiviado. A carga superficial aplicada foi de $600\text{kgNH}_4^+ \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ e TDH de 50 dias.

Na Tabela 1 são apresentados os parâmetros operacionais aplicados aos reatores de fluxo pistonado em série.

Tabela 1. Parâmetros operacionais aplicados aos reatores de fluxo pistonado.

Parâmetros Reatores	Comprimento (m)	Largura (m)	Altura (m)	V (m^3)	TDH (dias)	d
R1	5	1	0,60	3	14,3	0,18
R2	5	1	0,55	2,75	13,1	0,18
R3	5	1	0,50	2,5	12,1	0,18
R4	5	1	0,45	2,25	10,5	0,18

d: número de dispersão

Na Figura 1 apresenta-se uma fotografia dos reatores de fluxo pistonado em pleno funcionamento. Nesta Figura pode ser observada a geometria dos reatores, o sistema de alimentação e agitação do lixiviado.

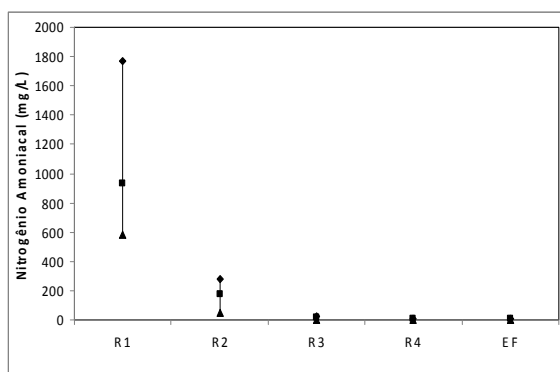


Figura 1. Reatores de fluxo pistonado.

Os reatores de fluxo pistonado foram monitorados com tempo de detenção hidráulica de 50 dias conforme especificado na Tabela 1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 são apresentados os dados das concentrações de nitrogênio amoniacal máximos, médios e mínimos do lixiviado alimentado aos reatores e do efluente final e na Figura 3 apresenta-se o comportamento da variação do pH do lixiviado e do efluente de cada reator.



EF: Efluente final

Figura 2. Comportamento da concentração do nitrogênio amoniacal em cada reator e do efluente final.

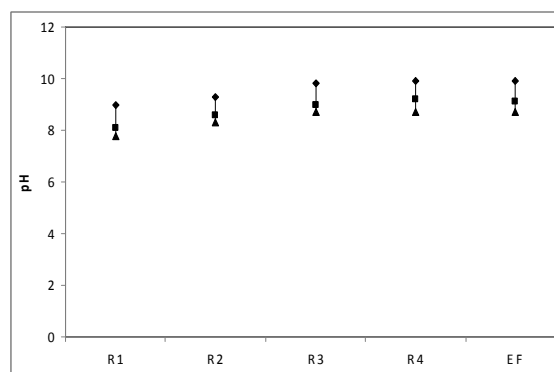


Figura 3. Comportamento do pH do lixiviado em cada reator e do efluente final.

Na Figura 2 pode ser observado o comportamento da variação da concentração de nitrogênio amoniacal do lixiviado afluente e efluente a cada reator. Observa-se que no reator 1 (R1), a concentração máxima de nitrogênio amoniacal alcançou a magnitude de $1768 \text{ mgNH}_4^+ \cdot \text{L}^{-1}$, sofrendo brusca redução ao longo da série de reatores, propiciando a produção de efluente com concentração de nitrogênio amoniacal inferior a $5 \text{ mgNH}_4^+ \cdot \text{L}^{-1}$. Realizando-se uma análise pontual dos três primeiros reatores da série (R1, R2 e R3), em que o TDH é igual a 39,5 dias, a eficiência de remoção de nitrogênio amoniacal foi de 98,4% o que pode justificar a aplicação de uma carga superficial superior a $600 \text{ kgNH}_4^+ \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$, levando-se em consideração apenas a remoção de nitrogênio amoniacal.



No lixiviado alimentado ao R1, o pH variou de 7,8 a 8,9 e foi crescendo lentamente, alcançando o patamar de 10 unidades de pH no efluente final. O aumento do pH no lixiviado ao longo da série dos reatores de fluxo pistonado contribuiu significativamente para o aumento da eficiência do processo de stripping de amônia, haja vista, em pH igual a 10 unidades de pH, 84,7% do nitrogênio amoniacal presente no lixiviado se encontra na forma de amônia.

Nas Figuras 4 e 5 são apresentadas as variações das concentrações da alcalinidade total e dos ácidos graxos voláteis do lixiviado alimentado ao reator (R1) e do afluente e efluente dos demais reatores da série.

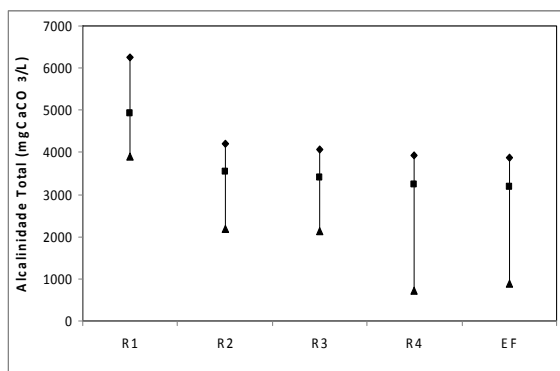


Figura 4. Comportamento da concentração da alcalinidade total do lixiviado em cada reator e do efluente final.

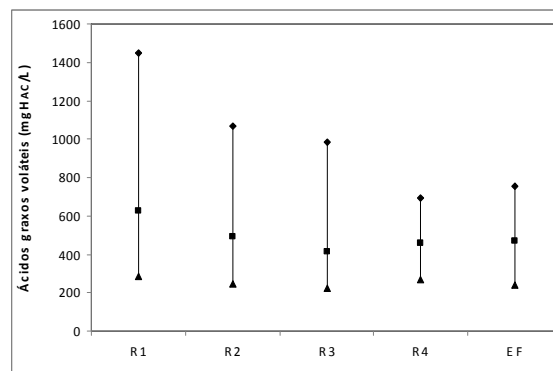


Figura 5. Comportamento da concentração dos ácidos voláteis do lixiviado de cada reator e do efluente final.

Conforme observado na Figura 4, a concentração da alcalinidade total do lixiviado variou de 3900 a 6240 mgCaCO₃/L. No efluente final a concentração da alcalinidade total variou de 880 a 3860 mgCaCO₃/L.

Analisando o comportamento da Figura 5, verifica-se que a concentração de ácidos graxos voláteis no lixiviado alimentado ao reator 1 (R1) ficou na faixa de 285 a 1450 mgHAC.L⁻¹. No efluente final, a concentração de ácidos graxos voláteis oscilou de 240 a 758 mgHAC.L⁻¹. A redução da concentração de ácidos graxos voláteis foi favorecida pelo arraste de determinadas espécies químicas presentes no meio líquido que são detentoras de características ligeiramente ácidas.

Nas Figuras 6 e 7 são apresentadas as variações das concentrações da DQO total e solúvel do lixiviado alimentado ao reator (R1) e do afluente e efluente dos demais reatores da série.

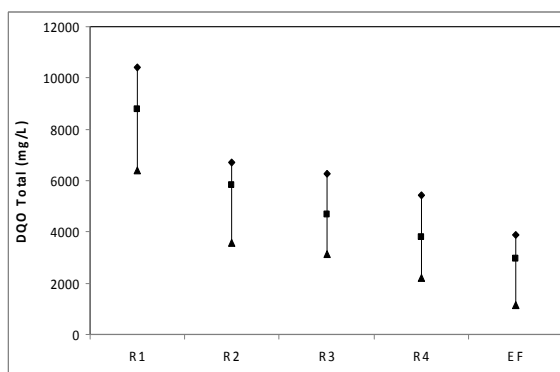


Figura 6. Comportamento da concentração da DQO total do lixiviado de cada reator e do efluente final.

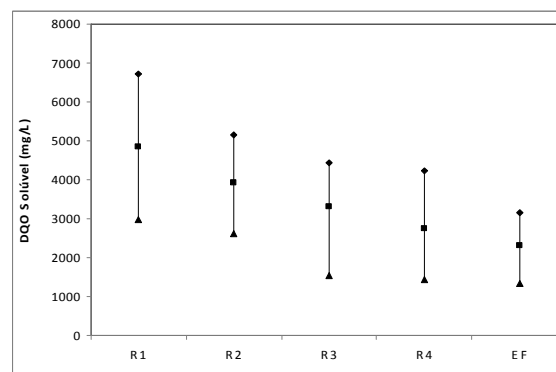


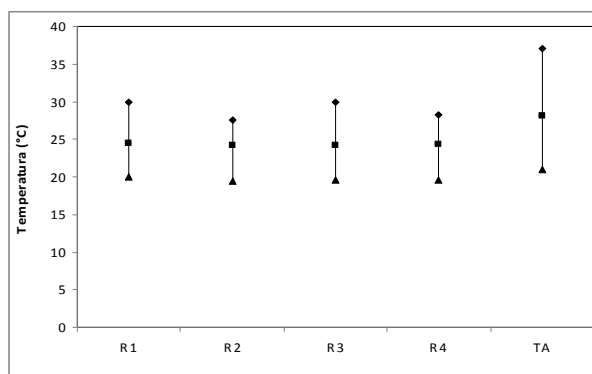
Figura 7. Comportamento da concentração da DQO solúvel do lixiviado de cada reator e do efluente final.

A concentração da DQO total do lixiviado alimentado ao reator 1 (R1), variou de 6382 a 10405 mgO₂.L⁻¹ com concentração média de 8794 mgO₂.L⁻¹, conforme observado na Figura 7. No efluente final, a concentração da DQO total variou de 1148 a 3899 mgO₂.L⁻¹. A eficiência média de remoção de DQO total na série de reatores foi de 66%.



Observa-se na Figura 7 que a concentração da DQO solúvel do lixiviado apresentou oscilação de 2972 a 6720 $\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$ e foi decrescendo, até atingir a concentração de 1331 $\text{mgO}_2\cdot\text{L}^{-1}$ no efluente final. A eficiência média de remoção da concentração de DQO solúvel na série de reatores de fluxo pistonado foi de 52%. A variação da concentração de DQO solúvel está associada diretamente ao processo de geração do lixiviado, que é função dos resíduos dispostos no aterro sanitário e da precipitação pluviométrica local.

Na Figura 8 apresenta-se os perfis da temperatura, advindos dos dados quantificados no interior da massa líquida de cada reator e da temperatura ambiente.



*T.A: Temperatura Ambiente

Figura 8. Perfis da temperatura na massa líquida do lixiviado de cada reator e da temperatura ambiente.

No geral, pode ser constatado que a temperatura na massa líquida dos quatro reatores de fluxo pistonado, oscilou na faixa de 19,5 a 30°C e a temperatura ambiente quantificada simultaneamente, variou de 21 a 37°C.

CONCLUSÕES

Analisando os dados deste trabalho, pode-se concluir que:

- 1) Nos reatores de fluxo pistonado monitorados com carga superficial aplicada de $600\text{kgNH}_4^+ \text{ ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ e TDH igual a 50 dias, a eficiência média de remoção de nitrogênio amoniacal foi de 98,4%.
- 2) O processo de stripping de amônia poderá ser realizado em reatores de fluxo pistonado com profundidade média de 50 cm, carga superficial aplicada de $600\text{kgNH}_4^+ \text{ ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$ e temperatura ambiente variando de 21 a 37°C.
- 3) Existe possibilidade real do processo de stripping de amônia ser realizado em reatores de fluxo pistonado com carga superficial aplicada superior a $600\text{kgNH}_4^+ \text{ ha}^{-1} \cdot \text{dia}^{-1}$, o que implicaria na redução de custos do processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. CAPELO NETO, J; MOTA, S. FERNANDO, J., A. Geração de percolado em Aterro Sanitário no Semi-Árido Nordeste: uma abordagem quantitativa. Revista Saneamento Ambiental, São Paulo, v. 4 n. 3 jul/set, n 4 out/dez, 1999, p160/167.
2. HAMADA, J; MATSUNAGA, I. Concepção do sistema de Tratamento de Chorume para Aterro Sanitário de Ilhéus, Ba. In: IX Simpósio Luso-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000. Porto Seguro: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000, p.1515 – 1524.
3. METCALF & EDDY. Wasterwater engineering: treatment, disposal and reuse. Metcalf & Eddy, Inc. 3 Ed., 1991. 1.334p.
4. SILVA, S.M.C.P.; FERNANDES, F.; LEONE, G. Possibilidades de tratamento físico-químico para redução de carga orgânica e precipitação de metais pesados do chorume produzido em aterros sanitários. In: IX SILUBESA – SIMPÓSIO LUSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. Porto Seguro, Brasil, abril de 2000.